Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Génie Climatique, veuillez visiter :
bp-genie-climatique.fr/annales-sujets-et-corriges

BP Génie Climatique

B.P. Monteur en Installations de Génie Climatique

Session 2002 • Code sujet : **45022708** • Durée : **5 h 30** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Dimensionnement de la bouteille tampon et débits de gaz des chaudières (3 questions) **Page 3**

2. Mise en service sécurisée du poste oxyacétylénique et combustion du gaz naturel (8 questions) **Page 5**

3. Vérification de la combustion d’une chaudière au gaz naturel (3 questions) **Page 8**

4. Choix du diamètre de la canalisation de gaz des brûleurs (3 questions) **Page 10**

5. Dosage d’un produit neutralisant et choix d’un adoucisseur (10 questions) **Page 12**

6. Sélection d’un circulateur pour le plancher chauffant du rez-de-chaussée (3 questions) **Page 16**

7. Lecture du diagramme de l’air humide pour une CTA (4 questions) **Page 19**

8. Analyse de la régulation hydraulique par vanne trois voies (4 questions) **Page 22**

9. Paramétrage de la loi d’eau du plancher chauffant (5 questions) **Page 24**

10. Ventilation réglementaire et schéma hydraulique du local chaufferie (6 questions) **Page 28**

11. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 31**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/E1 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2002/BP Génie Climatique - E1 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2002 - 6-Sujet.pdf

1. Dimensionnement de la bouteille tampon et débits de gaz des chaudières

L'étude porte sur l'alimentation en gaz naturel de deux chaudières GUILLOT FBG 620 d'un centre aquatique. Les données de puissance, de rendement, de pression, de température, de pouvoir calorifique et de longueur de tuyauterie servent à dimensionner une bouteille tampon et à calculer les débits de gaz.

Thème 1

Question 1.1). Présenter les étapes du calcul du diamètre de la bouteille tampon : puissance des brûleurs, débit horaire théorique de gaz, volume minimal de stockage, volume de la conduite d'alimentation et volume utile de la bouteille.

Puissance des deux brûleurs : $(620 \times 2)/0,906 = 1\,368,65$ kW, arrondie au supérieur à 1 369 kW. Débit théorique : $1\,369/10,6 = 129,15$ m³(n)/h, arrondi au supérieur à 130 m³(n)/h. Volume minimal de stockage : $130/1\,000 = 0,130$ m³. Le diamètre intérieur de la conduite vaut $60,3 - 2 \times 3,2 = 53,9$ mm. Sur 8 m, son volume est $\pi(53,9/2)^2 \times 8\,000 = 18\,254\,015$ mm³, soit 0,01825 m³. Volume utile de la bouteille : $0,130 - 0,01825 = 0,11175$ m³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Volume minimal : 0,130 m³. Volume de conduite : 0,01825 m³. Volume utile de la bouteille : 0,11175 m³.

Question 1.2). En utilisant la loi du millième et en considérant le fonctionnement simultané des chaudières, choisir le diamètre normalisé du tube d'acier à commander pour réaliser la bouteille tampon. Faire apparaître toutes les formules et tous les calculs.

La bouteille doit fournir $0,11175$ m³ sur la longueur maximale disponible de 5 m. La section nécessaire est donc $0,11175/5 = 0,02235$ m². Le diamètre intérieur théorique correspondant vaut $2\sqrt{0,02235/\pi} = 0,1687$ m, soit environ 169 mm.

Choix normalisé	Dimension
Tube d'acier	Ø 193,7/5,4 mm
Diamètre intérieur	182,9 mm
Norme	NFA 49-112

Le diamètre intérieur normalisé est supérieur au diamètre théorique requis : ce choix convient.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tube d'acier à commander : Ø 193,7/5,4 mm, conforme à la norme NFA 49-112.

Thème 2

Question 2.1). Présenter les étapes permettant de déterminer le débit de gaz d'une chaudière en première allure et le débit enregistré au compteur en deuxième allure, puis donner les débits des deux allures au centième en tenant compte des conditions de pression, de température, de rendement et de pouvoir calorifique fournies.

1. Puissance absorbée par le brûleur : $620/0,906 = 684,33$ kW. Débit théorique normal : $684,33/10,6 = 64,56$ m³(n)/h.
2. Facteur de correction pression-température : $[(1\,018 + 330)/1\,013] \times [273/(273 + 16)] = 1,25703$. Le débit au compteur en deuxième allure vaut $64,5591/1,25703 = 51,36$ m³/h.
3. La première allure représente 30 % du débit de deuxième allure : $51,3585 \times 0,30 = 15,41$ m³/h. Les résultats sont arrondis au centième à partir des valeurs non arrondies.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Première allure : 15,41 m³/h. Deuxième allure au compteur : 51,36 m³/h.

2. Mise en service sécurisée du poste oxyacétylénique et combustion du gaz naturel

La première étude concerne l'équipement et la mise en service sécurisée d'un poste de soudure oxyacétylénique installé en plein soleil. La seconde porte sur la composition du gaz naturel de type H, la combustion du méthane dans l'air et le calcul de la teneur maximale en dioxyde de carbone des fumées sèches.

Thème 3

Question 3.1). Énumérer les opérations à effectuer pour équiper et mettre en service le poste de soudure oxyacétylénique dans le respect des règles de sécurité.

1. Vérifier l'état des bouteilles, les maintenir debout et les arrimer. Nettoyer la valve de la bouteille d'acétylène et s'assurer que les raccords sont propres, compatibles et exempts de graisse ou d'huile, surtout sur le circuit d'oxygène.
2. Monter les détendeurs adaptés, raccorder les tuyaux et le chalumeau, puis installer les intercepteurs de flamme près du chalumeau.
3. Ouvrir les bouteilles progressivement, purger séparément les tuyaux dans une zone sûre, régler les pressions à 1 bar en oxygène et 0,5 bar en acétylène, puis vérifier l'étanchéité avec un produit approprié.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Monter et purger les circuits, régler l'oxygène à 1 bar et l'acétylène à 0,5 bar, puis contrôler l'étanchéité.

Question 3.2). Citer l'équipement que doit posséder le poste de soudure pour être conforme à la réglementation.

Le poste doit comporter deux détendeurs avec manomètres adaptés, un pour chaque bouteille, des tuyaux en bon état et conformes aux couleurs normalisées : bleu pour l'oxygène, rouge pour l'acétylène. Il faut également un chalumeau en bon état et des intercepteurs de flamme sur les deux circuits, placés près du chalumeau, à 2 m maximum selon le sujet. Les raccords doivent être compatibles avec le gaz utilisé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Détendeurs-manomètres, tuyaux bleu et rouge, intercepteurs de flamme à 2 m maximum et chalumeau en bon état.

Question 3.3). Indiquer les effets possibles de l'exposition du poste en plein soleil au mois de juillet et les incidents susceptibles d'en résulter.

Le soleil échauffe les bouteilles et leur contenu, ce qui augmente la pression intérieure. Une pression excessive peut endommager les organes du poste, notamment le tube de Bourdon des manomètres, ou provoquer une fuite. Les risques à prévenir sont :

- la défaillance d'un détendeur ou d'un manomètre ;
- la rupture d'un organe, voire d'une bouteille ;

- un incendie ou une explosion si le gaz libéré rencontre une source d'allumage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'échauffement augmente la pression et peut provoquer une fuite, une rupture, un incendie ou une explosion.

Question 3.4). Proposer une solution réaliste et facile à mettre en œuvre pour éviter les incidents liés à l'exposition au soleil.

1. Installer les bouteilles à l'ombre, dans un endroit ventilé et éloigné des sources de chaleur.
2. Si leur déplacement est impossible, placer un écran opaque stable, par exemple une tôle ou un panneau, entre le soleil et les bouteilles.
3. Laisser l'air circuler autour des bouteilles, ne pas obstruer l'accès aux robinets et maintenir leur arrimage.

Cette protection limite leur échauffement et la surpression, tout en conservant un accès sûr au poste.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Mettre les bouteilles à l'ombre ou installer un écran opaque stable et ventilé.

Thème 4

Question 4.1). Lister, en pourcentage volumique, les différents composants contenus dans le gaz naturel de type H à partir du document technique.

Composant	Pourcentage volumique
Méthane	93 %
Éthane	3 %
Propane	1,3 %
Butane	0,6 %
Diazote	1,1 %

La composition volumique à reporter pour le gaz naturel de type H est celle du document technique. Les pourcentages sont reproduits tels qu'ils sont fournis, sans recalcul ni modification des valeurs arrondies.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Méthane 93 % ; éthane 3 % ; propane 1,3 % ; butane 0,6 % ; diazote 1,1 %.

Question 4.2.1). Donner la formule chimique du méthane.

La formule chimique du méthane s'écrit avec le symbole C pour un atome de carbone et le symbole H pour l'hydrogène. L'indice 4 précise que la molécule contient quatre atomes d'hydrogène pour un atome de carbone. Cette formule correspond au principal constituant du gaz naturel H indiqué dans le sujet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> CH_4

Question 4.2.2). Équilibrer l'équation de combustion du méthane dans l'air en faisant apparaître les produits de combustion.

La combustion complète du méthane produit du dioxyde de carbone et de l'eau. L'équation équilibrée en dioxygène est $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$. Selon la composition de l'air fournie, chaque O_2 est accompagné de 4 N_2. Le diazote reste inchangé et figure donc des deux côtés de l'équation.

Dans l'air : $CH_4 + 2\ O_2 + 8\ N_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + 8\ N_2$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $CH_4 + 2\ O_2 + 8\ N_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + 8\ N_2$

Question 4.3). Calculer la teneur maximale en pourcentage de CO_2 des produits de combustion secs pour le gaz naturel de type H, à partir du volume de gaz brûlé, du volume de CO_2 obtenu et du pouvoir fumigène fourni.

La teneur maximale en CO_2 des produits secs se calcule avec la formule fournie : volume de CO_2 obtenu divisé par le pouvoir fumigène sec, puis multiplié par 100. Ainsi, $1{,}09$
$times 100 / 9{,}1 = 11{,}978$
$ldots$
,
. À deux décimales, cela donne 11,98 % ; à un chiffre après la virgule, l'arrondi correct est 12,0 %.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Teneur en CO_2 : 11,98 %, soit 12,0 % au dixième.

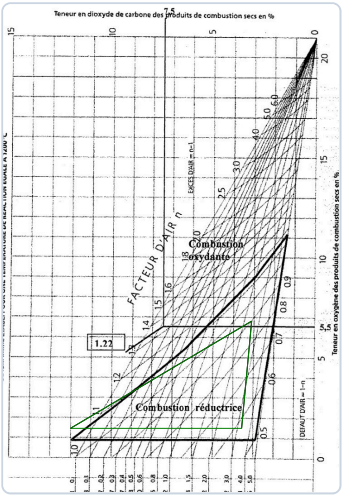
3. Vérification de la combustion d’une chaudière au gaz naturel

La combustion de la chaudière GUILLOT de type IGNIS est contrôlée à partir des mesures de CO_2 et d’O_2 relevées lors des essais de mise en service. Le diagramme de combustion du gaz naturel sert à localiser le point de fonctionnement, à caractériser la combustion et à déterminer le facteur d’air.

Question 5.1). Entourer en vert, sur le diagramme de combustion, le pourtour de la zone de combustion réductrice.

La zone de combustion réductrice est le triangle délimité par le contour noir épais dans la partie inférieure du diagramme. Il faut suivre ses trois côtés pour tracer le pourtour en vert, sans inclure les courbes de facteur d’air voisines.

Pourtour de la zone de combustion réductrice



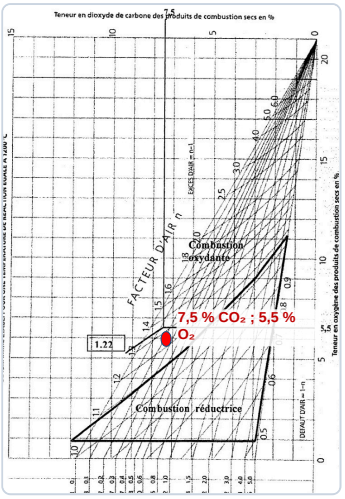
✓ RÉPONSE À RETENIR

Contour de la zone triangulaire de combustion réductrice tracé en vert.

Question 5.2). Positionner sur le diagramme le point de combustion correspondant aux mesures des essais de mise en service : CO_2 à 7,5 % et O_2 à 5,5 %.

Le point se place à l’intersection de la verticale correspondant à 7,5 % de CO_2 et de l’horizontale correspondant à 5,5 % d’O_2. Sur le diagramme, il se trouve dans la zone de combustion oxydante, au-dessus de la limite de combustion réductrice.

Point de combustion mesuré



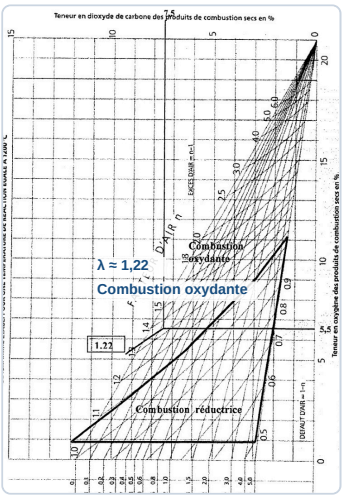
✓ RÉPONSE À RETENIR

Point à placer : CO_2 = 7,5 % et O_2 = 5,5 %.

Question 5.3). Retrouver sur le diagramme le type de combustion obtenu et en déduire le facteur d'air utilisé.

Le point mesuré se situe dans la zone de combustion oxydante, ce qui indique un excès d'air. La lecture des courbes du diagramme donne un facteur d'air d'environ 1,22. L'excès par rapport à l'air théorique est donc de 22 %.

Type de combustion et facteur d'air



✓ RÉPONSE À RETENIR

Combustion oxydante ; facteur d'air ≈ 1,22, soit environ 22 % d'excès d'air.

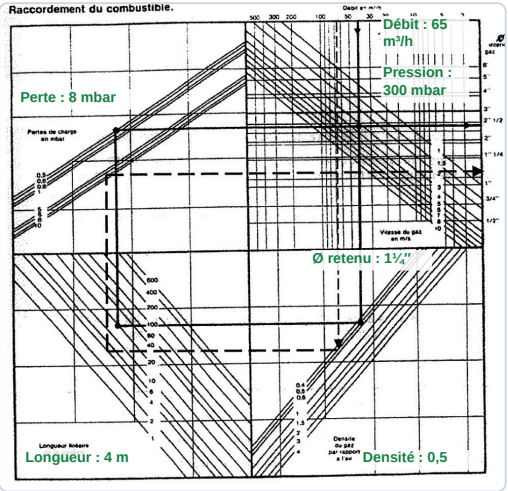
4. Choix du diamètre de la canalisation de gaz des brûleurs

Il faut dimensionner en tube d'acier noir la canalisation reliant la bouteille tampon au brûleur de chaque chaudière. Le choix s'appuie sur le débit, la pression de distribution, la perte de charge tolérée, la longueur, la densité du gaz et l'abaque fourni.

Question 6.1). Tracer en vert sur l'abaque les informations nécessaires au choix de la canalisation, en tenant compte du débit, de la densité du gaz, de la longueur et de la perte de charge.

1. Repérer sur l'abaque le débit de 65 m³/h et la densité du gaz de 0,5.
2. Reporter la longueur de 4 m et la perte de charge admissible de 8 mbar sur leurs échelles, puis suivre le tracé jusqu'à l'échelle des diamètres.
3. Annoter le point de lecture et le diamètre retenu. La pression de distribution est de 300 mbar.

Repères de lecture de l'abaque



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tracé de lecture : 65 m³/h, densité 0,5, longueur 4 m, perte de charge 8 mbar.

Question 6.2). Indiquer le diamètre du tube d'acier retenu à partir de l'abaque.

La lecture de l'abaque tient compte du débit de chaque brûleur, de la densité du gaz, de la longueur de raccordement et de la perte de charge admissible. Le diamètre nominal retenu sur le document réponse est celui adapté à ces paramètres. Il s'agit du tube reliant la bouteille tampon au brûleur de chaque chaudière, et non d'un diamètre calculé à partir de la puissance nominale seule.

Diamètre nominal retenu

Réponses :

- 6.1) Tracé sur l'abaque
- 6.2) Diamètre retenu sur l'abaque : *Ø 1'' ¼*

Ø 1¼"

✓ RÉPONSE À RETENIR

Diamètre nominal retenu : Ø 1¼″.

Question 6.3). Préciser la dénomination commerciale du tube retenu suivant la norme NFA 49-112.

Désignation	Valeur
Diamètre extérieur	42,4 mm
Épaisseur	2,9 mm
Fabrication	Tube étiré sans soudure

Après lecture du diamètre nominal sur l'abaque, reporter les dimensions normalisées du tube d'acier correspondant. La désignation commerciale du sujet associe le diamètre extérieur et l'épaisseur, et précise le mode de fabrication selon la norme NFA 49-112.

Dénomination commerciale du tube

- 6.2) Diamètre retenu sur l'abaque : *Ø 1'' ¼*
- 6.3) Dénomination commerciale du tube suivant la norme : *Ø 42,4 / 2,9 (tube étiré sans soudure)*

Ø 42,4 / 2,9 mm
Étiré sans soudure

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tube acier étiré sans soudure : Ø 42,4 / 2,9 mm, norme NFA 49-112.

5. Dosage d’un produit neutralisant et choix d’un adoucisseur

La première étude concerne l’injection du produit Pyratox dans une installation contenant 6 760 litres d’eau, selon le dosage et le conditionnement indiqués dans les documents techniques. La seconde porte sur le traitement d’une eau dure, le choix d’un adoucisseur PERMO et l’approvisionnement en sel de régénération pour six mois.

Thème 7

Question 7.1). Calculer la quantité exacte de produit Pyratox nécessaire pour l’installation, en faisant apparaître les calculs.

Le dosage demandé est de 2 kg par m^3. Convertir d’abord le volume : 6 760 litres = 6,760 m^3. La masse de Pyratox nécessaire est donc 6,760 × 2 = 13,52 kg. Il s’agit de la quantité exacte à introduire, indépendamment du conditionnement commercial.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **13,52 kg de Pyratox.**

Question 7.2). Rédiger la commande du produit neutralisant à transmettre au chef de chantier, en respectant son conditionnement commercial.

Conditionnement	Calcul	Quantité
Carton de 20 doses de 300 g	3 × 20 × 300 g	18 kg

La quantité nécessaire est de 13,52 kg. Trois cartons, soit 60 doses, couvrent ce besoin en respectant le conditionnement commercial indiqué.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Commander **3 cartons de 20 doses de 300 g**, soit 18 kg.

Question 7.3). Indiquer l’appareil adapté à l’injection du produit neutralisant dans l’installation.

Employer un **pot d’injection avec entonnoir et ensemble de vannes**. L’entonnoir sert à charger le produit dans le pot. Les vannes permettent ensuite d’isoler le pot et de faire circuler l’eau de remplissage à travers celui-ci pour entraîner le Pyratox dans l’installation.

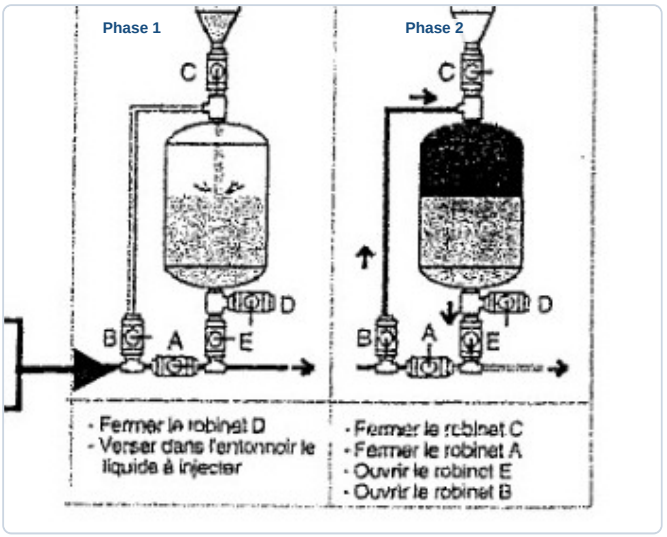
> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Pot d’injection muni d’un entonnoir et d’un ensemble de vannes.**

Question 7.4). Expliquer en détail, à l'aide d'un schéma, la démarche à suivre pour injecter le produit dans l'installation.

1. Introduire le Pyratox par l'entonnoir dans le pot en ouvrant la vanne C.
2. Fermer C et A, puis ouvrir B et E pour faire passer l'eau de remplissage par le pot.
3. Ouvrir les vannes amont et aval du disconnecteur afin de remplir le circuit et d'y entraîner le produit.
4. Répéter l'opération si nécessaire pour injecter toute la quantité.

Respecter les deux phases et les positions de vannes indiquées sur le schéma.

Phases d'injection



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Charger le pot par C, fermer C et A, ouvrir B et E, puis remplir le circuit.

Thème 8

Question 8.1). Donner la définition des expressions TH et pH utilisées pour caractériser une eau.

Grandeur	Définition
TH	Titre hydrotimétrique : mesure la dureté de l'eau, principalement liée aux sels de calcium et de magnésium.
pH	Potentiel hydrogène : caractérise l'acidité ou la basicité de l'eau.

Le pH peut également indiquer un caractère neutre lorsque l'eau n'est ni acide ni basique.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

TH : dureté de l'eau. **pH :** caractère acide, neutre ou basique de l'eau.

Question 8.2). Calculer la dureté de l'eau à traiter pour une période de fonctionnement d'un mois, en tenant compte du TH mesuré et du TH préconisé.

La dureté à éliminer est la différence entre le TH mesuré et le TH maximal préconisé : 36 − 2 = 34 °F. Pour 14 m^3 d'eau traités par mois, la charge à traiter est 34 × 14 = 476 °F·m^3 par mois. Cette charge sert au choix de l'adoucisseur.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **476 °F·m^3 par mois**, correspondant à un écart de dureté de 34 °F.

Question 8.3). Choisir, à partir de la documentation PERMO, l'adoucisseur le mieux adapté à l'installation pour une période d'un mois.

Besoin mensuel	Adoucisseur retenu	Capacité
476 °F·m^3	PERMO SC 6075	485 °F·m^3

La capacité du modèle choisi dépasse le besoin mensuel calculé : il convient donc à cette installation pour la période considérée.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **PERMO SC 6075**, capacité de traitement de 485 °F·m^3.

Question 8.4). Retrouver dans la documentation le pouvoir d'échange de l'adoucisseur choisi.

Pour le PERMO SC 6075, la charge mensuelle de 476 °F·m^3 est rapportée aux 75 litres de résine : 476 ÷ 75 = 6,3467. Arrondi au centième, le pouvoir d'échange calculé est de 6,35 °F·m^3 par litre de résine.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **6,35 °F·m^3 par litre de résine.**

Question 8.5). Rechercher dans la documentation la quantité de sel nécessaire pour une régénération.

Adoucisseur	Sel par régénération	Fréquence retenue
PERMO SC 6075	16,5 kg	1 régénération par mois

La quantité de 16,5 kg correspond à un cycle de régénération. Elle constitue la base du calcul d'approvisionnement pour six mois.

✓ RÉPONSE À RETENIR

16,5 kg de sel par régénération.

Question 8.6). Calculer la quantité de sel nécessaire pour six mois de fonctionnement et indiquer l'approvisionnement à prévoir, sachant que le sel est conditionné en sacs de 25 kg.

À raison d'une régénération mensuelle consommant 16,5 kg de sel, le besoin sur six mois est de 16,5 × 6 = 99 kg. Les sacs contenant 25 kg, 99 ÷ 25 = 3,96 sacs. Il faut donc arrondir au nombre entier supérieur pour couvrir toute la période.

✓ RÉPONSE À RETENIR

99 kg de sel, soit 4 sacs de 25 kg.

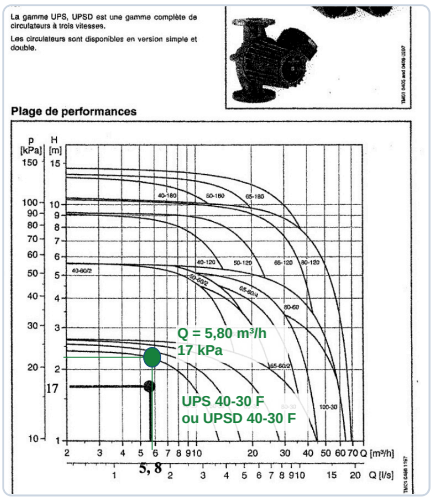
6. Sélection d’un circulateur pour le plancher chauffant du rez-de-chaussée

Le circuit étudié est l’ensemble du plancher chauffant du rez-de-chaussée du centre aquatique. Le débit hydraulique et la perte de charge totale doivent être reportés sur les documents Grundfos pour choisir le circulateur, sa vitesse et le point de fonctionnement à vitesse maximale.

Question 9.1). Tracer en vert les caractéristiques du réseau sur le document de présélection et indiquer le type de circulateur retenu.

Le réseau est caractérisé par un débit de **5,80 m³/h** et une perte de charge de **17 kPa**. Reportez ces valeurs sur l’abaque de présélection, puis repérez la gamme dont la plage de fonctionnement couvre ce point. Le circulateur adapté est le **UPS 40-30 F** en version simple, ou le **UPSD 40-30 F** en version double. Le choix entre version simple et double dépend de l’équipement prévu pour l’installation.

Point réseau et circulateur présélectionné

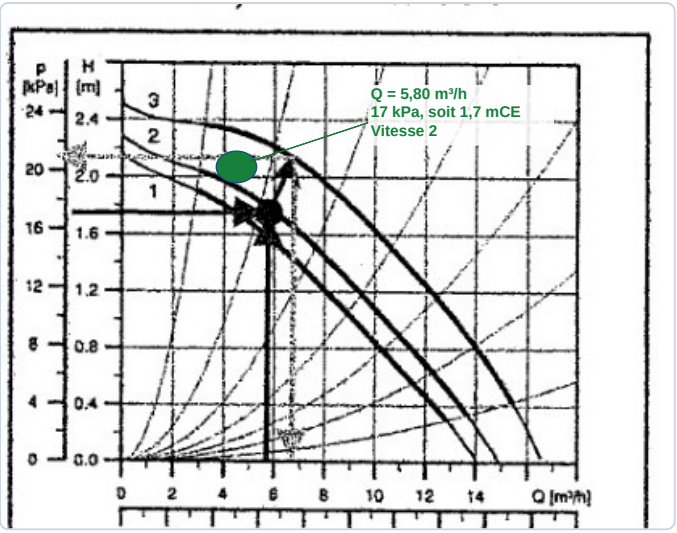


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Circulateur retenu : UPS 40-30 F en version simple, ou UPSD 40-30 F en version double.

Question 9.2). Tracer en vert le point de fonctionnement du réseau sur le document Grundfos et sélectionner la vitesse retenue.

1. Sur la courbe du circulateur sélectionné, placez le point réseau à **Q = 5,80 m³/h** et **HMT = 17 kPa**. La conversion lue sur le diagramme correspond à environ **1,7 mCE**.
2. Vérifiez que le point se situe sur la courbe de fonctionnement du réseau et dans la plage du circulateur. Le réglage correspondant est la **vitesse 2**, retenue pour le fonctionnement demandé.

Point réseau à la vitesse retenue



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

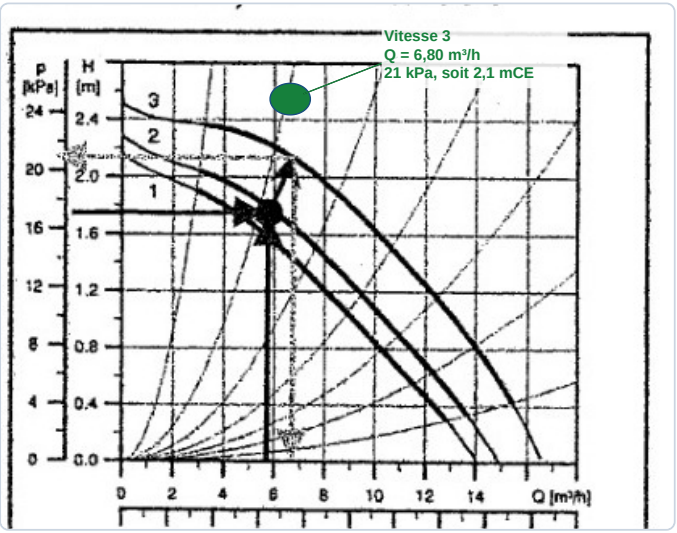
Pour le point réseau de 5,80 m³/h et 17 kPa, retenir la vitesse 2 du circulateur sélectionné.

Question 9.3). Avec le sélecteur en vitesse maximale 3 et en conservant la même courbe de réseau, indiquer le débit et la HMT au nouveau point de fonctionnement.

Conservez la même courbe de réseau que pour le point de dimensionnement et repérez son intersection avec la courbe du circulateur en **vitesse 3**. La lecture du diagramme donne le nouveau point de fonctionnement indiqué ci-dessous. La conversion de la hauteur en mètres de colonne d'eau est également reportée pour faciliter la comparaison avec le point initial.

Réglage	Débit	HMT
Vitesse maximale 3	6,80 m³/h	21 kPa, soit 2,1 mCE

Nouveau point de fonctionnement, vitesse 3



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

À la vitesse 3, le nouveau point de fonctionnement est Q = 6,80 m³/h et HMT = 21 kPa, soit 2,1 mCE.

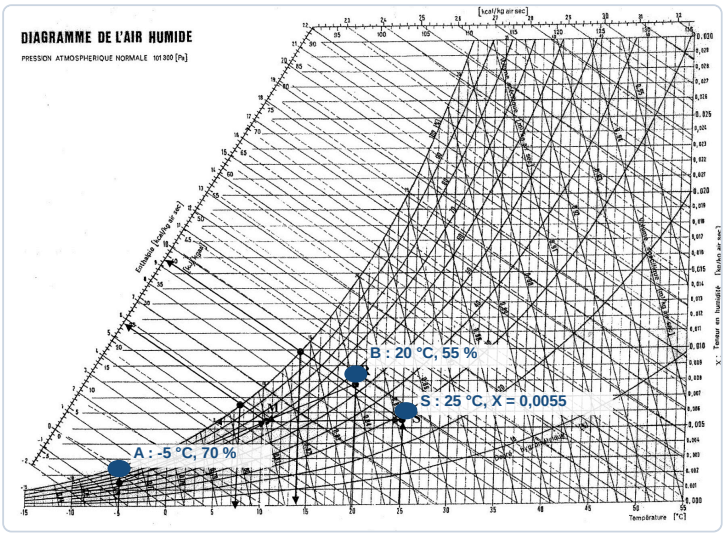
7. Lecture du diagramme de l’air humide pour une CTA

L’étude concerne la CTA de l’espace bar accueil et les états de l’air neuf, de l’air repris et de l’air soufflé. Le diagramme psychrométrique permet de représenter l’évolution de l’air, de situer le mélange et de compléter les caractéristiques des points de mélange et de soufflage.

Question 10.1). Placer sur le diagramme de l’air humide les points correspondant à l’air neuf, à l’air repris et à l’air soufflé, selon les conditions de fonctionnement données.

Sur le diagramme, l’abscisse donne la température sèche et l’ordonnée la teneur en humidité. Placer A, l’air neuf, à -5 °C et 70 % HR ; placer B, l’air repris, à 20 °C et 55 % HR. Placer S, l’air soufflé, à 25 °C et X = 0,0055 kg/kg d’air sec. Les marqueurs sont reportés sur le diagramme de la page 12 ; M, état intermédiaire du mélange, est traité séparément.

Air neuf, air repris et air soufflé



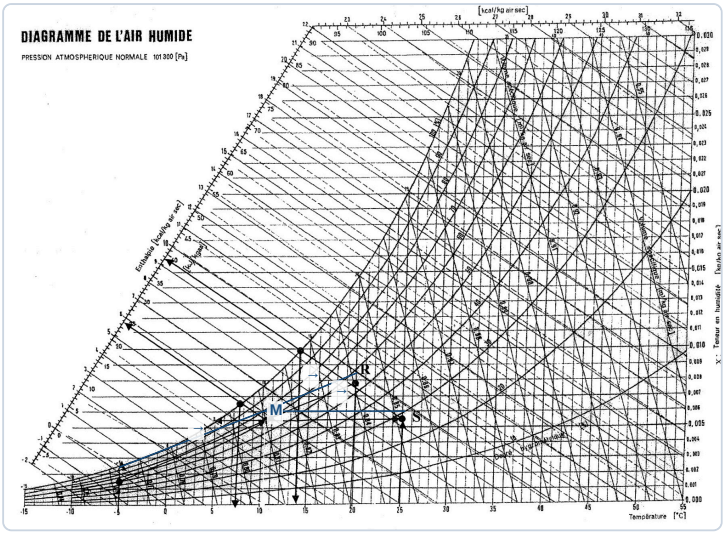
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

A : -5 °C, 70 % HR ; B : 20 °C, 55 % HR ; S : 25 °C, X = 0,0055 kg/kg d’air sec.

Question 10.2). Tracer en bleu sur le diagramme l’évolution du flux d’air et indiquer par des flèches le sens de circulation.

Dans le caisson, l’air neuf A et l’air repris B convergent vers le point de mélange M. Le flux mélangé poursuit ensuite son trajet vers la batterie et le soufflage S. Tracer en bleu les segments A-M, B-M et M-S, avec les flèches dirigées vers M depuis A et B, puis de M vers S. Le point M est situé sur le segment A-B, selon la proportion d’air repris de 60 % indiquée dans l’énoncé.

Trajet et sens du flux d'air



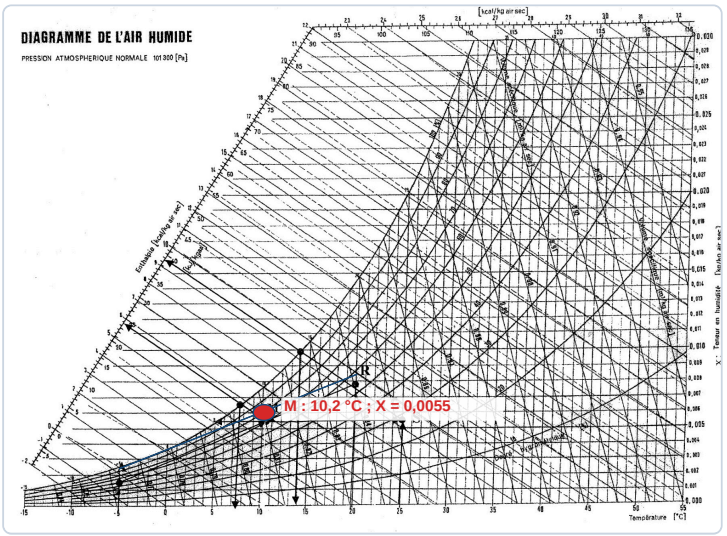
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Flux : A → M et B → M, puis M → S.

Question 10.3). Positionner le point de mélange M sur le tracé du flux d'air.

Le point de mélange M se trouve sur le segment reliant l'air neuf A à l'air repris B. Avec 60 % d'air repris, le mélange comprend 40 % d'air neuf. Reporter M à l'intersection correspondant à la température sèche de 10,2 °C et à la teneur en humidité de 0,0055 kg/kg d'air sec, valeurs indiquées dans le tableau de la page 11. Depuis M, le flux rejoint ensuite le point de soufflage S.

Point de mélange M



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

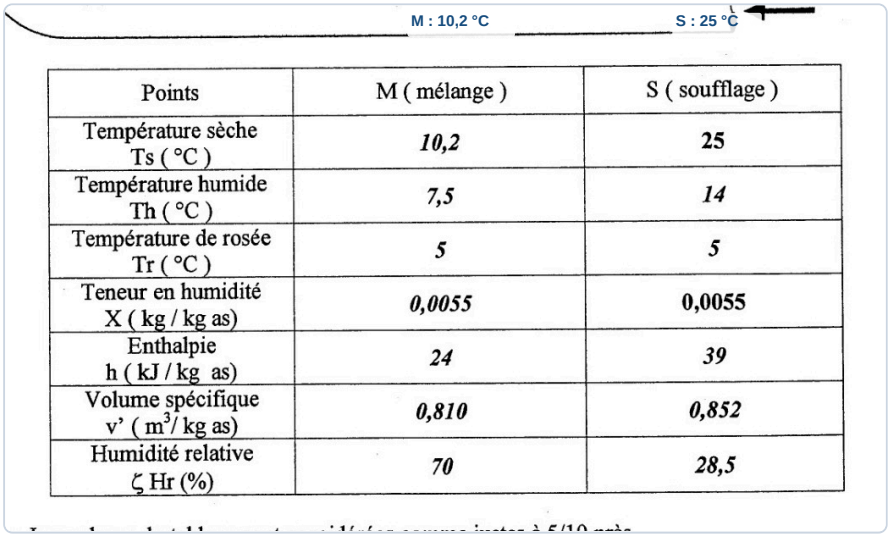
M : 10,2 °C et X = 0,0055 kg/kg d'air sec.

Question 10.4). Compléter le tableau avec les valeurs recherchées pour l'air au point de mélange M et au point de soufflage S, notamment la température sèche, la température humide, la température de rosée, la teneur en humidité, l'enthalpie, le volume spécifique et l'humidité relative.

Les caractéristiques ci-dessous sont les lectures du diagramme psychrométrique reportées dans le tableau de la page 11. M correspond au mélange ; S correspond au soufflage. Les deux états ont la même teneur en humidité, 0,0055 kg/kg d'air sec, donc la même température de rosée, 5 °C. Les valeurs du tableau sont admises avec une tolérance de 0,5, comme précisé sur le document.

Caractéristique	M, mélange	S, soufflage
Température sèche Ts (°C)	10,2	25
Température humide Th (°C)	7,5	14
Température de rosée Tr (°C)	5	5
Teneur en humidité X (kg/kg d'air sec)	0,0055	0,0055
Enthalpie h (kJ/kg d'air sec)	24	39
Volume spécifique v (m³/kg d'air sec)	0,810	0,852
Humidité relative HR (%)	70	28,5

Valeurs des points M et S dans le tableau source



Points	M (mélange)	S (soufflage)
Température sèche Ts (°C)	*10,2*	**25**
Température humide Th (°C)	*7,5*	*14*
Température de rosée Tr (°C)	*5*	*5*
Teneur en humidité X (kg / kg as)	*0,0055*	**0,0055**
Enthalpie h (kJ / kg as)	*24*	*39*
Volume spécifique v' (m^3/ kg as)	*0,810*	*0,852*
Humidité relative ζ Hr (%)	*70*	*28,5*

✓ RÉPONSE À RETENIR

M : 10,2 °C ; 7,5 °C ; 5 °C ; 0,0055 ; 24 kJ/kg ; 0,810 m³/kg ; 70 % HR. S : 25 °C ; 14 °C ; 5 °C ; 0,0055 ; 39 kJ/kg ; 0,852 m³/kg ; 28,5 % HR.

8. Analyse de la régulation hydraulique par vanne trois voies

La vanne trois voies de la CTA régule le circuit de la zone bar accueil. À partir du schéma hydraulique, du débit, de la perte de charge et de la documentation LANDIS, il faut caractériser le montage, tracer les données et sélectionner une vanne adaptée.

Question 11.1). Indiquer le type de montage hydraulique préconisé pour la vanne trois voies de la zone bar accueil.

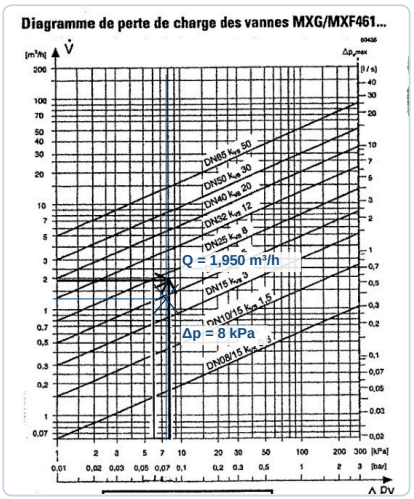
Le montage préconisé est une **décharge inversée** : la vanne trois voies fonctionne en répartition.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Décharge inversée, vanne fonctionnant en répartition.

Question 11.2). Reporter et tracer en vert sur le diagramme les caractéristiques hydrauliques du circuit.

1. Repérer le débit sur l'axe vertical : **Q = 1,950 m³/h**.
2. Repérer la perte de charge sur l'axe horizontal : **Δp = 8 kPa**.
3. Tracer en vert les repères jusqu'à leur intersection, qui représente le point du circuit.

Point de fonctionnement du circuit sur le diagramme



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Point à reporter : Q = 1,950 m³/h et Δp = 8 kPa.

Question 11.3). Choisir une vanne adaptée et noter sa référence, son KVS et son DN.

Avec Δp exprimée en bar, le coefficient requis est **Kv = 1,950 / √(8/100) ≈ 6,89 m³/h**. Le choix correspondant dans le tableau est la vanne **MXG 461.25-8.0**, de **Kvs 8 m³/h et DN 25**. Le corrigé accepte aussi la solution **MXG 461.20-5.0**, de **Kvs 5 m³/h et DN 20**.

✓ RÉPONSE À RETENIR

MXG 461.25-8.0 : Kvs 8 m³/h, DN 25. Autre choix accepté : MXG 461.20-5.0 : Kvs 5 m³/h, DN 20.

Question 11.4). Donner la définition du KVS d'une vanne trois voies.

Le **Kvs** est le débit d'eau, en m³/h, traversant la vanne entièrement ouverte pour une perte de charge de **1 bar** entre son entrée et sa sortie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Kvs : débit d'eau en m³/h, vanne entièrement ouverte, pour Δp = 1 bar.

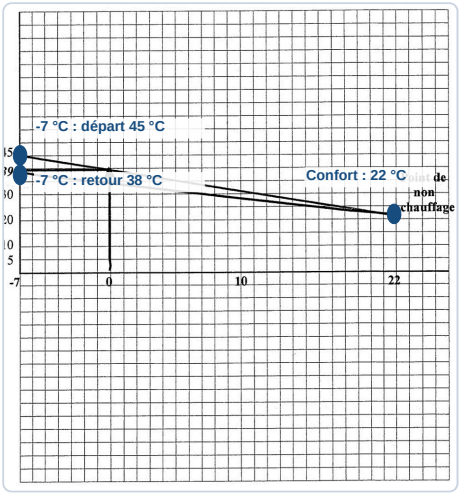
9. Paramétrage de la loi d’eau du plancher chauffant

La loi d’eau du circuit de plancher chauffant de la piscine au rez-de-chaussée doit être préparée à partir des conditions climatiques et des températures de départ et de retour. La trame graphique et la formule de pente servent à tracer les courbes, à situer le point de non-chauffage et à vérifier les températures pour une température extérieure de 0 °C.

Question 12.1). Implanter sur la trame les conditions climatiques et de confort en abscisse, ainsi que le régime de fonctionnement en ordonnée.

L’axe horizontal représente la température extérieure : repérez -7 °C, température de calcul, et 22 °C, température de confort. Sur l’axe vertical, placez à -7 °C les températures d’eau du régime de calcul : 45 °C au départ et 38 °C au retour. Le point de confort commun aux deux courbes est situé en (22 °C ; 22 °C). Ces repères servent à tracer les lois d’eau sur la trame.

Repères climatiques et régime d’eau



✓ RÉPONSE À RETENIR

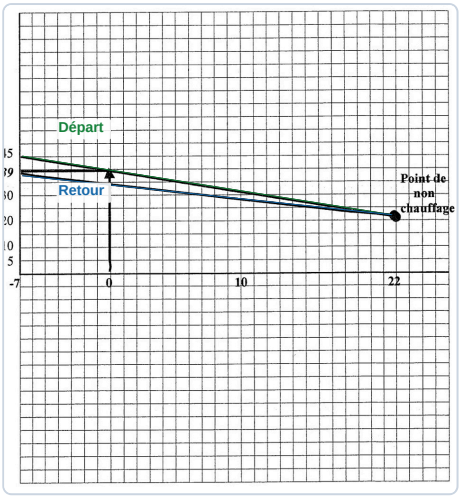
Repères : départ (-7 °C ; 45 °C), retour (-7 °C ; 38 °C), confort et non-chauffage (22 °C ; 22 °C).

Question 12.2). Tracer la loi d’eau sur la trame, en vert pour la température de départ et en bleu pour la température de retour.

1. Tracez en vert la droite reliant le régime de départ (-7 °C ; 45 °C) au point de confort (22 °C ; 22 °C).
2. Tracez en bleu la droite reliant le régime de retour (-7 °C ; 38 °C) au même point de confort.

Les deux droites représentent les températures d’eau en fonction de la température extérieure. La courbe de départ reste au-dessus de celle du retour pendant le chauffage.

Tracé coloré des deux lois d’eau



✓ RÉPONSE À RETENIR

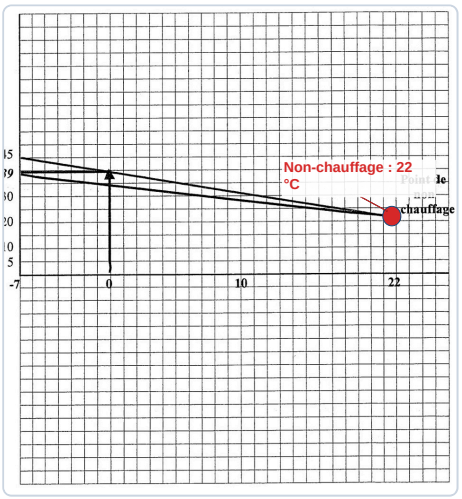
Départ : droite verte de (-7 ; 45) à (22 ; 22). Retour : droite bleue de (-7 ; 38) à (22 ; 22).

Question 12.3). Situer le point de non-chauffage sur le graphique.

Le point de non-chauffage est l’intersection des deux lois d’eau, à la température extérieure de confort. À cette température, l’installation n’a plus besoin d’apporter de chaleur et la température d’eau rejoint la température ambiante.

- Abscisse : 22 °C extérieur.
- Ordonnée : 22 °C d’eau.

Repérage du point de non-chauffage



✓ RÉPONSE À RETENIR

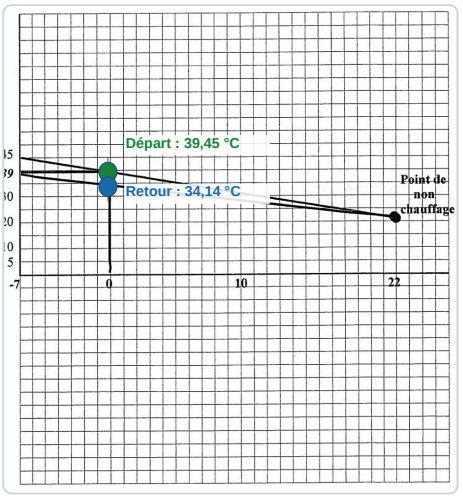
Point de non-chauffage : (22 °C extérieur ; 22 °C d’eau).

Question 12.4). Indiquer sur le graphique les températures de départ et de retour correspondant à une température extérieure de 0 °C.

À 0 °C extérieur	Calcul	Température d'eau
Départ	45 - ((45 - 22) / 29) × 7	39,45 °C
Retour	38 - ((38 - 22) / 29) × 7	34,14 °C

Le point de confort est à 22 °C extérieur et les températures de calcul sont données à -7 °C. À 0 °C, l'interpolation entre ces deux repères donne environ 39,45 °C au départ et 34,14 °C au retour. Sur la trame, ces valeurs se lisent à l'abscisse 0 °C.

Lecture des températures à 0 °C extérieur



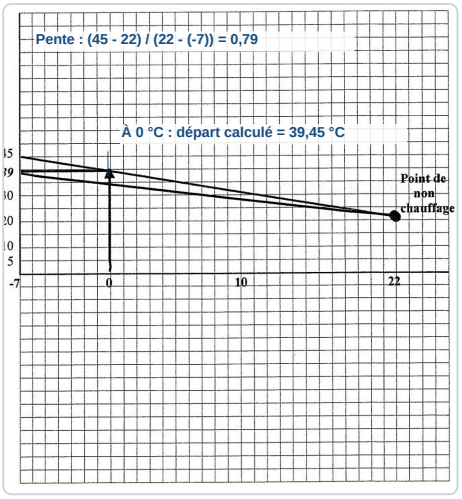
✓ RÉPONSE À RETENIR

À 0 °C extérieur : départ 39,45 °C et retour 34,14 °C, soit environ 39 °C au départ sur la lecture graphique.

Question 12.5). Calculer la pente de régulation au centième et vérifier, à l'aide de cette pente, la température de départ pour une température extérieure de 0 °C.

La pente de départ est le rapport entre l'écart d'eau et l'écart de température extérieure : (45 - 22) / (22 - (-7)) = 23 / 29 = 0,7931, soit 0,79 au centième. Pour 0 °C extérieur, l'écart avec -7 °C est de 7 °C. En utilisant la pente non arrondie, la température de départ calculée est 45 - (23 / 29 × 7) = 39,45 °C, conforme à la lecture graphique d'environ 39 °C.

Pente de régulation et vérification du départ



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pente : 0,79. Température de départ calculée à 0 °C extérieur : 39,45 °C, soit environ 39 °C sur la trame.

10. Ventilation réglementaire et schéma hydraulique du local chaufferie

La première étude vérifie les surfaces réglementaires et les fonctions des bouches de ventilation d'un local chaufferie au gaz à partir de la puissance, du plan et de l'extrait du DTU. La seconde demande un schéma de tuyauterie fonctionnel et équilibré pour les deux chaudières, avec leurs accessoires hydrauliques, les pompes et les collecteurs.

Thème 13

Question 13.1). À partir des informations du plan et de l'extrait du DTU, calculer les surfaces à prévoir pour les bouches de ventilation basse VB et haute VH afin de respecter la réglementation.

La puissance totale de 1240 kW correspond à **1240 / 1,163 = 1066,21 th/h**. La surface de la VB est donc 1066,21 / 20 = 53,31 dm², soit 53,3 dm². Pour la VH, le plan donne 5,76 × 5,675 = 32,688 m². Le calcul indiqué sur la page donne 32,688 / 10 = 3,2688, présenté dans le corrigé imprimé comme 3,268 dm². Je conserve cette valeur attendue par le sujet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> VB : 53,3 dm². VH : 3,268 dm², valeur indiquée dans le corrigé du sujet.

Question 13.2). Indiquer et expliquer les fonctions principales des bouches de ventilation d'une chaufferie fonctionnant au gaz.

Les bouches ont des fonctions complémentaires. La ventilation basse apporte aux brûleurs l'air nécessaire à la combustion. La ventilation haute renouvelle l'air du local et évacue vers l'extérieur l'air vicié. Le mouvement d'air contribue aussi à stabiliser la pression atmosphérique dans la chaufferie et à réguler le tirage de la ou des cheminées. Les ouvertures doivent rester libres et ne pas être obstruées afin d'assurer en permanence ces fonctions.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> VB : apport d'air comburant. VH : évacuation de l'air vicié. Ensemble : aération du local et stabilisation du tirage.

Question 13.3). Préciser la surface minimale réglementaire à respecter pour une bouche d'évacuation de chaufferie.

La valeur minimale réglementaire demandée par le sujet est une surface de **2,5 dm²** pour une bouche d'évacuation de chaufferie. C'est un seuil minimal à respecter pour cette bouche. Il ne remplace pas le calcul des surfaces de ventilation basse et haute effectué séparément pour le local.

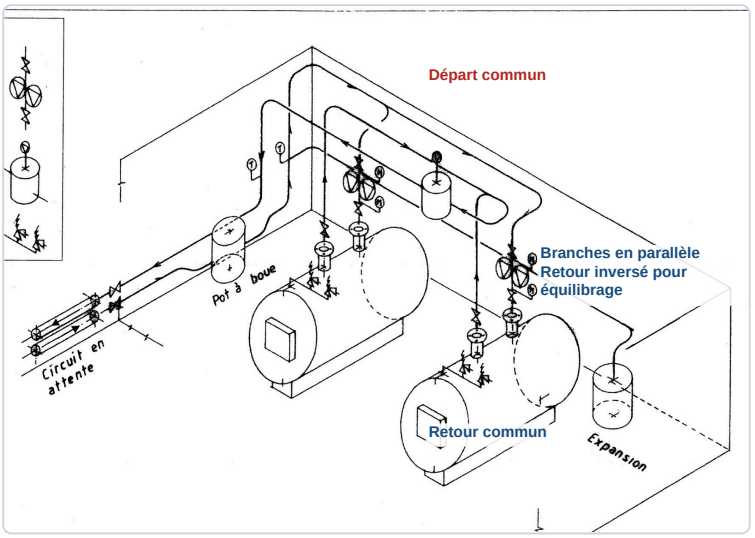
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface minimale d'une bouche d'évacuation : 2,5 dm².

Thème 14

Question 14.1). Tracer en unifilaire le parcours des tuyauteries des chaudières vers les collecteurs, en respectant l'équilibre hydraulique des deux chaudières.

Raccorder les chaudières en parallèle entre les collecteurs communs de départ et de retour, avec une branche aller-retour dédiée pour chacune. Réaliser un retour inversé afin d'équilibrer les pertes de charge : la chaudière la plus proche du collecteur de départ doit être la plus éloignée sur le retour. Le tracé reste continu et lisible, sans croisement ambigu, et respecte les parcours représentés sur le schéma en perspective.

Repérage du parcours des chaudières vers les collecteurs

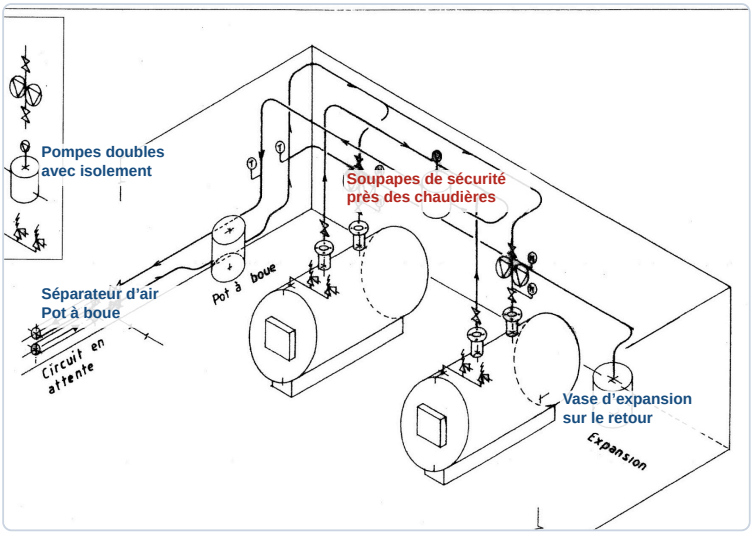


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Deux chaudières en parallèle, raccordées aux collecteurs communs par des branches équilibrées en retour inversé.

Question 14.2). Disposer et raccorder les accessoires de sécurité hydraulique indispensables, placer les pompes doubles assurant la circulation vers les collecteurs et positionner judicieusement les vannes d'isolement.

Prévoir les pompes doubles sur le circuit de circulation vers les collecteurs, avec des vannes d'isolement permettant leur entretien. Placer une vanne d'isolement sur le départ et le retour de chaque chaudière. Raccorder les soupapes de sécurité au plus près des chaudières, le vase d'expansion au circuit de retour et les accessoires figurant à la légende : séparateur d'air et pot à boue. Vérifier le sens de circulation, l'accessibilité des organes et la continuité des raccordements.

Repérage des équipements hydrauliques à compléter



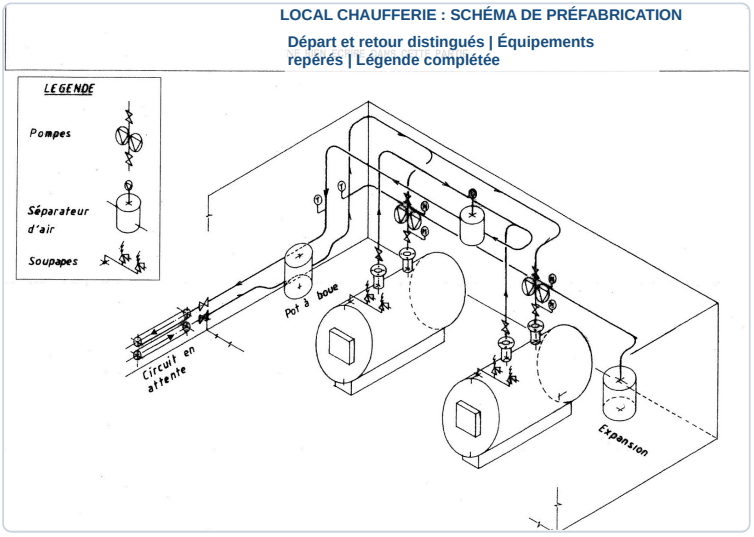
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pompes doubles et vannes d'isolement, soupapes près des chaudières, vase d'expansion sur le retour, séparateur d'air et pot à boue raccordés au circuit.

Question 14.3). Présenter un document propre, soigné et réalisable par l'entreprise.

Le document doit être exploitable en préfabrication : tracer les réseaux sans ambiguïté, distinguer clairement départ et retour, repérer les deux chaudières et chaque accessoire, puis compléter la légende. Vérifier que les raccordements sont continus, que les vannes et pompes restent accessibles et que l'équilibrage hydraulique est identifiable. Une présentation nette et cohérente permet au service de préfabrication de réaliser l'installation sans interprétation hasardeuse.

Présentation du document de préfabrication



✓ RÉPONSE À RETENIR

Document net et légendé, avec réseaux distingués, équipements repérés et raccordements continus, équilibrés et réalisables.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2002)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E1 du BP Monteur en Installations de Génie Climatique, session 2002, code 45022708, dure 5 h 30 et a un coefficient 4. Elle étudie l'installation thermique d'un centre aquatique : chaudières au gaz, traitement d'eau, pompes, CTA, régulation, ventilation et chaufferie. Les compétences évaluées couvrent les calculs, le choix d'équipements, l'exploitation d'abaques et la préparation de schémas techniques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le débit théorique de gaz se calcule à partir de la puissance utile, du rendement et du pouvoir calorifique inférieur.
- La loi du millième relie le débit en m³/h au volume tampon minimal de gaz en m³.
- Le point de fonctionnement d'un circulateur se lit à l'intersection de la courbe de pompe et de la courbe du réseau.
- La pente de la loi d'eau compare la variation de température du circuit à l'écart entre températures intérieure et extérieure.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les formules, les unités et les étapes de calcul, puis arrondir selon la consigne.
- Lire les abaques avec toutes les données utiles : débit, longueur, pression, perte de charge et densité.
- Sur les diagrammes, placer les points avec précision, tracer le sens des flux et identifier clairement les valeurs lues.
- Pour les schémas hydrauliques, vérifier l'équilibrage des chaudières, le raccordement des accessoires et la lisibilité du document.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le débit de gaz d'une chaudière au compteur ?

Calculez d'abord le débit théorique à partir de la puissance, du rendement et du PCI. Appliquez ensuite le facteur de correction correspondant aux pressions et à la température du gaz pour obtenir le débit relevé au compteur.

Q : Comment trouver le point de fonctionnement d'une pompe sur son abaque ?

Repérez le débit demandé et la perte de charge du réseau, puis tracez la courbe du réseau. Son intersection avec une courbe de pompe indique le point de fonctionnement et permet de choisir une vitesse adaptée.

Q : Quel temps et quel barème sont indiqués pour cette épreuve ?

La durée officielle est de 5 h 30 et le coefficient est 4. Le barème récapitulatif totalise 80 points, avec une note finale sur 20. Les points sont regroupés par thèmes dans le tableau récapitulatif du sujet.

Q : Que faut-il vérifier sur les tracés et schémas pour être bien évalué ?

Les tracés doivent être précis, lisibles et cohérents avec les valeurs données. Identifiez les points et le sens des flux, justifiez les choix d'équipements et produisez un schéma hydraulique fonctionnel et exploitable.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/E1 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation/2002/BP Génie Climatique - E1 - Étude, préparation et suivi d'une réalisation - Session 2002 - 6-Sujet.pdf
Ressources BP Génie Climatique : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.